		MANUALE TECNICO		
REVISIONE N°	Error! Reference source not found.	DEL	Error! Reference source not found.	PAG. 1 DI 18



SISTEMA DI CONTROLLO PER MOTORI DC SCHEDE MC4-001 E MCP-001

MANUALE TECNICO P2006_69

Copyright © 2006 The RobotCub Consortium,
European Commission FP6 Project IST-004370.



Permission is granted to copy, distribute and/or modify this document under the terms of the GNU Free Documentation License, Version 1.2 or any later version published by the Free Software Foundation; with no Invariant Sections, with Front-Cover Texts being "The RobotCub Project", and with Back-Cover Texts being "For further information see www.robotcub.org and www.icub.org".

A copy of the license is available at
<http://www.robotcub.org/icub/license/fdl.txt>.

 		MANUALE TECNICO		
REVISIONE N°	Error! Reference source not found.	DEL	Error! Reference source not found.	PAG. 3 DI 18

SOMMARIO

1	Generalità	4
2	Scheda MC4-001	5
2.1	Reset, clock e memoria	5
2.2	Connettori interfacce seriali e JTAG	5
2.3	Bus seriale CAN2.0B	6
2.4	Bus SPI e memoria EEPROM	6
2.5	Alimentazione e circuito di Under-Voltage-Lockout	7
2.6	Connettori controllo motori e ingressi encoder.....	8
2.7	Controllo motori.....	9
2.8	Ingressi di fault.....	9
2.9	Controllo delle correnti nei motori.....	10
2.10	Canali encoder.....	11
2.10.1	Canali encoder hardware (Quadrature decoder)	11
2.10.2	Canali encoder aggiuntivi	11
2.11	Segnali di I/O ausiliari	12
2.12	LED diagnostici	15
2.13	Misura delle tensioni di alimentazione	16
2.14	Risorse non utilizzate	16
2.15	Consumi	16
3	Scheda MCP-001.....	16
3.1	LED diagnostici	17
3.2	Caratteristiche	17
4	Riferimenti bibliografici.....	18

 		MANUALE TECNICO		
REVISIONE N°	Error! Reference source not found.	DEL	Error! Reference source not found.	PAG. 4 DI 18

1 Generalità

Il sistema descritto nel seguito ha la funzione di controllare il movimento e la posizione di quattro motori DC in corrente continua, secondo algoritmi programmabili dall'utilizzatore e in relazione alle comunicazioni remote con altri dispositivi esterni collegati attraverso un bus seriale CAN.

Il sistema di controllo è costituito da due schede denominate rispettivamente MC4-001 e MCP-001. La scheda MC4-001 comprende i seguenti dispositivi:



- ❑ Unità Centrale (processore DSP56F807 Freescale).
- ❑ Interfaccia a un bus di comunicazione seriale di tipo CAN 2.0.
- ❑ Interfaccia JTAG per programmazione e debug
- ❑ Interfaccia seriale di tipo RS-232 (2 porte)
- ❑ Alimentazione 5V, 3.3V e 12Vcc proveniente dalla scheda MCP-001.
- ❑ Interfacce per 4 canali di rilevazione della posizione angolare dei motori (Encoder).
- ❑ Interfacce per la gestione di diversi segnali ausiliari (sensori di temperatura, ingressi di FAULT, I/O digitali e analogici generici) associati al controllo dei quattro motori.
- ❑ Collegamento alla scheda MCP-001, effettuabile con un cavo MOLEX 8 vie.
- ❑ Stadi di potenza per l'eccitazione dei quattro motori DC. L'eccitazione è modulata in PWM.
- ❑ Sensori per la misura analogica della corrente di eccitazione dei quattro motori.
- ❑ Sensori delle condizioni di errore per il blocco dei motori in caso di sovraccarico o di tensione di alimentazione insufficiente.

La scheda MCP-001 comprende invece:

- ❑ Circuiti di alimentazione locale 5V e 3.3V (a partire da una tensione di 12V). Queste tre alimentazioni 12, 5, 3 Volt sono fornite a 4 schede MC4-001 tramite opportuni connettori.

Nel progetto si è posta particolare cura al contenimento dimensionale, in tal senso vanno viste alcune scelte progettuali: package dei componenti, assenza di condizionamento di alcuni segnali di feedback (ingressi di corrente dei motori) e ridotto filtraggio dei segnali in generale. Anche la capacità sull'alimentazione principale dei motori (12V) è ridotta e richiede condensatori ausiliari esterni. Nonostante le ridotte potenze in gioco sarà indispensabile filtrare i motori DC con condensatori montati direttamente sui terminali, prevedere la possibilità di montare ferriti di filtro sui cablaggi e gestire accuratamente tramite il firmware le uscite di potenza..

L'assenza di polarizzazione su buona parte degli I/O non utilizzati comporta che il programma inizializzi tali porte come uscite, settandole ad un opportuno valore.

 		MANUALE TECNICO	
REVISIONE N°	Error! Reference source not found.	DEL	Error! Reference source not found.
		PAG.	5
		DI	18

2 Scheda MC4-001

La scheda MC4-001 utilizza il microcontrollore Freescale DSP56F807 come unità di elaborazione centrale del modulo. I documenti rif. 1 "**DSP56F801/803/805/807 16-Bit Digital Signal Processor User's Manual**" e rif. 3 "**Preliminary Technical Data - DSP56F807 16-bit Digital Signal Processor**" riportano una descrizione completa delle caratteristiche tecniche del dispositivo. Il presente capitolo descrive come le risorse interne del microcontrollore sono utilizzate nel sistema di controllo.

2.1 Reset, clock e memoria

Il reset dell'intero sistema è fornito dal circuito di Power-On-Reset (POR) interno al microcontrollore DSP56F807. Il circuito di POR garantisce il RESET quando l'alimentazione della scheda è inferiore a 1.8V (max. 2.1V). La durata del RESET di alimentazione è di 250ms circa.

Il microcontrollore dispone anche di un circuito di watch-dog (COP) capace di generare un RESET generale in caso di malfunzionamento del sistema o di blocco del programma (rif. 1, cap. 16.6).

Il microcontroller può ricevere il RESET anche da un circuito esterno attraverso il terminale ~RESET (pin 9) del connettore diagnostico P1 (vedi par. 2.2).



L'oscillatore XT1 fornisce al microcontrollore un segnale con una frequenza di 8MHz con una tolleranza di $\pm 0.1\%$ e una stabilità migliore di 100ppm/°C. A sua volta il microcontrollore è dotato di un circuito PLL moltiplicatore di frequenza in grado di generare il CLOCK di riferimento per tutti i suoi circuiti interni (rif. 1, cap. 15). Si consiglia di programmare una frequenza FOUT/2 del CLOCK pari a 80MHz nominali.

Il microcontrollore dispone al suo interno di 140KB di memoria non volatile FLASH e di 12KB di memoria volatile RAM. Le memorie sono distribuite negli spazi di indirizzamento Program, Data e Boot in vario modo, come descritto nel rif. 1, cap. 3. La scheda non dispone di altra memoria ad accesso diretto. Dispone invece di un ulteriore dispositivo di memoria seriale non volatile di tipo EEPROM da 2KB (16Kbit) collegata al bus SPI (vedi. par. 2.4) e adatta alla memorizzazione permanente di parametri.

2.2 Connettori interfacce seriali e JTAG

Le linee di I/O seriale dei due dispositivi SCI contenuti nel microcontroller sono disponibili sul connettore a 6 vie P2:

Pin	Segnale	Tipo	Connettore P2 (Molex 53261-0690)
1	VCC	pwr	Alimentazione 3.3Vcc
2	TXD0	out	Trasmissione dispositivo SCI0
3	RXD0	in	Ricezione dispositivo SCI0
4	TXD1	out	Trasmissione dispositivo SCI1
5	RXD1	in	Ricezione dispositivo SCI1
6	GND	pwr	Riferimento di massa, segnali ed alimentazione

 		MANUALE TECNICO	
REVISIONE N°	Error! Reference source not found.	DEL	Error! Reference source not found.
		PAG.	6
		DI	18

I segnali di programmazione JTAG sono disponibili sul connettore a 10 vie P1:

<i>Pin</i>	<i>Segnale</i>	<i>Tipo</i>	<i>Connettore P1 (Molex 53261-1090)</i>
1	TDI	in	Segnale JTAG (pullup interno al microcontroller)
2	TDO	out	Segnale JTAG (pullup 47K Ω)
3	GND	pwr	Riferimento di massa di segnale e di alimentazione
4	TCK	in	Segnale JTAG (pullup interno al microcontroller)
5	~RESET	in	Reset input. Forza il RESET generale del modulo
6	TMS	in	Segnale JTAG (pullup interno al microcontroller)
7	VCC	pwr	Alimentazione 3.3Vcc
8	~DE	out	Segnale diagnostico (pullup interno al microcontroller)
9	~TRST	in	Segnale JTAG (pulldown 1K Ω)
10	~RSTO	out	Reset output. Segnala il RESET del modulo

2.3 Bus seriale CAN2.0B



Il dispositivo MSCAN interno al microcontroller è collegato a un transceiver di tipo PCA82C250 con i due segnali CANTX e CANRX. Il transceiver, a sua volta, comanda le due linee CANH e CANL del connettore P3, con livelli di tensione e di impedenza compatibili con lo standard CAN2.0B.

<i>Pin</i>	<i>Segnale</i>	<i>Tipo</i>	<i>Connettore P3 (Molex 53261-0490)</i>				
1	V _{CAN}	pwr	Uscita di alimentazione. A seconda dell'opzione di montaggio può essere:				
			<i>R47</i>	<i>R48</i>	<i>R52</i>	<i>Alimentazione VCAN</i>	<i>Default</i>
			NI	NI	100Ω	Non connessa	√
			0Ω	NI	100Ω	3.3Vcc	
			NI	0Ω	100Ω	5Vcc	
<i>Nota: NI = non installata</i>							
2	CANH	I/O	Segnale di I/O del bus CAN, attivo HIGH, passivo LOW				
3	CANL	I/O	Segnale di I/O del bus CAN, attivo LOW, passivo HIGH				
4	GND _{CAN}	pwr	Riferimento di massa di segnale				

2.4 Bus SPI e memoria EEPROM

Il dispositivo SPI interno al microcontroller è collegato a una memoria seriale di tipo EEPROM M95160 da 2KB (16Kbit). Si rimanda al rif. 5 per una descrizione dettagliata della funzionalità di tale memoria e al cap. 13 del rif. 1 per la programmazione del dispositivo SPI.

La EEPROM è direttamente collegata ai segnali SCLK, MOSI e MISO gestiti dal dispositivo SPI del microcontroller. Gli stessi segnali sono (opzionalmente) portati ai connettori P8 e P9 per il collegamento di eventuali dispositivi SPI esterni (vedi par. 2.11). Per poter identificare il particolare

 		MANUALE TECNICO	
REVISIONE N°	Error! Reference source not found.	DEL	Error! Reference source not found.
		PAG.	7
		DI	18

dispositivo periferico con il quale comunicare, di volta in volta, attraverso il bus SPI, sono stati previsti cinque segnali di selezione controllati come uscite generiche del microcontrollore:

<i>GPIOE2 (~E2PCS)</i>	<i>GPIOA0 (~SPIEN1)</i>	<i>GPIOA1 (~SPIEN2)</i>	<i>GPIOA2 (~SPIEN3)</i>	<i>GPIOA3 (~SPIEN4)</i>	<i>Dispositivo collegato</i>
HIGH	HIGH	HIGH	HIGH	HIGH	Nessuno.
LOW	HIGH	HIGH	HIGH	HIGH	Memoria EEPROM M95160
HIGH	LOW	HIGH	HIGH	HIGH	Dispositivo esterno #1 collegato su P8
HIGH	HIGH	LOW	HIGH	HIGH	Dispositivo esterno #2 collegato su P8
HIGH	HIGH	HIGH	LOW	HIGH	Dispositivo esterno #3 collegato su P9
HIGH	HIGH	HIGH	HIGH	LOW	Dispositivo esterno #4 collegato su P9

Oltre al segnale di selezione ~E2PCS la scheda prevede anche il segnale ausiliario ~E2PWP utile per controllare la funzione "Hardware-Write-Protect" (HWP) della memoria EEPROM. Anche in questo caso si è usata una uscita generica (GPIOE3) del microcontrollore:



<i>GPIOE3 (~E2PWP)</i>	Funzione
LOW	Funzione HWP attiva: i bit BP1 e BP0 nel registro di stato della EEPROM non possono essere alterati
HIGH	Funzione HWP disattiva: i bit BP1 e BP0 nel registro di stato della EEPROM possono essere scritti

NOTA: Il segnale ~SS generato dal dispositivo SPI non è utilizzato dalla scheda.

2.5 Alimentazione e circuito di Under-Voltage-Lockout

La scheda MC4-001 è alimentata attraverso il connettore P10

<i>Pin</i>	<i>Segnale</i>	<i>Tipo</i>	<i>Connettore P10 (Molex 53261-0890)</i>
1	+12V	pwr	Alimentazione proveniente dalla MCP-001 12V
2	+12V	pwr	Alimentazione proveniente dalla MCP-001 12V
3	+12V	pwr	Alimentazione proveniente dalla MCP-001 12V
4	GND	pwr	Riferimento di massa
5	GND	pwr	Riferimento di massa
6	GND	pwr	Riferimento di massa
7	+5V	pwr	Alimentazione proveniente dalla MCP-001 5V
8	VCC	pwr	Alimentazione proveniente dalla MCP-001 3.3V

 		MANUALE TECNICO	
REVISIONE N°	Error! Reference source not found.	DEL Error! Reference source not found.	PAG. 8 DI 18

Il circuito formato dal comparatore U12 ha lo scopo di verificare la tensione di alimentazione generale, in modo da fornire il segnale di errore UVLO (Under-Voltage-Lockout) nel caso la tensione di alimentazione scenda al di sotto di 8.5V. Il segnale UVLO (attivo alto) è trasmesso agli ingressi FAULTA0 e FAULTB0 del microcontrollore.



2.6 Connettori controllo motori e ingressi encoder

I connettori P4, P5, P6 e P7 hanno la funzione di ricevere i segnali di posizione degli encoder dei rispettivi motori e fornire le uscite di potenza. I connettori dispongono anche di una uscita a 5V per alimentare gli encoder.

<i>Pin</i>	<i>Segnale</i>	<i>Tipo</i>	<i>Connettore P4 (Molex 53261-0890)</i>
1	5V	pwr	Alimentazione encoder a 5V
2	PH1_A	in	Ingresso Encoder #1 Phase-A
3	PH1_B	in	Ingresso Encoder #1 Phase-B
4	INDEX1	in	Ingresso Encoder #1 Index
5	HOME1	in	Ingresso Encoder #1 Home
6	GND	pwr	Riferimento di massa, segnali ed alimentazione
7	MOT1A	out	Uscita di potenza motore #1 (2,8 A, 5,6 Apk)
8	MOT1B	out	Uscita di potenza motore #1 (2,8 A, 5,6 Apk)

<i>Pin</i>	<i>Segnale</i>	<i>Tipo</i>	<i>Connettore P5 (Molex 53261-0890)</i>
1	5V	pwr	Alimentazione encoder a 5V
2	PH2_A	in	Ingresso Encoder #2 Phase-A
3	PH2_B	in	Ingresso Encoder #2 Phase-B
4	INDEX2	in	Ingresso Encoder #2 Index
5	HOME2	in	Ingresso Encoder #2 Home
6	GND	pwr	Riferimento di massa, segnali ed alimentazione
7	MOT2A	out	Uscita di potenza motore #2 (2,8 A, 5,6 Apk)
8	MOT2B	out	Uscita di potenza motore #2 (2,8 A, 5,6 Apk)

<i>Pin</i>	<i>Segnale</i>	<i>Tipo</i>	<i>Connettore P6 (Molex 53261-0890)</i>
1	5V	pwr	Alimentazione encoder a 5V
2	PH3_A	in	Ingresso Encoder #3 Phase-A
3	PH3_B	in	Ingresso Encoder #3 Phase-B
4	INDEX3	in	Ingresso Encoder #3 Index

 		MANUALE TECNICO	
REVISIONE N°	Error! Reference source not found.	DEL Error! Reference source not found.	PAG. 9 DI 18

<i>Pin</i>	<i>Segnale</i>	<i>Tipo</i>	<i>Connettore P6 (Molex 53261-0890)</i>
5	HOME3	in	Ingresso Encoder #3 Home
6	GND	pwr	Riferimento di massa, segnali ed alimentazione
7	MOT3A	out	Uscita di potenza motore #3 (2,8 A, 5,6 Apk)
8	MOT3B	out	Uscita di potenza motore #3 (2,8 A, 5,6 Apk)

<i>Pin</i>	<i>Segnale</i>	<i>Tipo</i>	<i>Connettore P7 (Molex 53261-0890)</i>
1	5V	pwr	Alimentazione encoder a 5V
2	PH4_A	in	Ingresso Encoder #4 Phase-A
3	PH4_B	in	Ingresso Encoder #4 Phase-B
4	INDEX4	in	Ingresso Encoder #4 Index
5	HOME4	in	Ingresso Encoder #4 Home
6	GND	pwr	Riferimento di massa, segnali ed alimentazione
7	MOT4A	out	Uscita di potenza motore #4 (2,8 A, 5,6 Apk)
8	MOT4B	out	Uscita di potenza motore #4 (2,8 A, 5,6 Apk)

2.7 Controllo motori

Il microcontrollore dispone di due moduli PWM da sei canali ciascuno. La scheda MC4-001 utilizza due uscite PWM per ciascun motore DC. I motori #1 e #2 appartengono al modulo A, i motori #3 e #4 al modulo B.



I dispositivi (L6502) U9 per i motori #1 e #2 e U10 per i motore #3 e #4 hanno il compito di traslare i livelli di tensione dei segnali PWM e comandare i motori. I canali PWM devono essere programmati come indipendenti, con tempo morto di separazione assente, nessuna compensazione di durata degli impulsi. Il tempo morto di separazione necessario fra comando parte alta e parte bassa del ponte è applicato dal dispositivo di potenza stesso (L6502).

Si consiglia di limitare la frequenza di PWM nell'intervallo 25÷50 kHz; tenendo presente che il tempo morto introdotto dal L6502 è di 1µsec, tale intervallo garantisce l'ultrasonicità della frequenza, e ridotta deformazione della forma d'onda (che nel caso specifico si palesa come offset di tensione sul motore) prodotta dal tempo morto, ed una dissipazione di commutazione contenuta.

Non sono utilizzati gli ingressi ISA e ISB di sincronizzazione in corrente impiegati per la correzione delle lunghezze d'impulso.

2.8 Ingressi di fault

Ogni modulo PWM dispone di quattro ingressi di FAULT, la scheda li utilizza tutti e quattro. Il primo ingresso, comune ad entrambi i moduli PWM, è connesso all'Under Voltage Lockout (UVLO – attivo alto), che agisce bloccando tutte le uscite; in caso di valore di tensione inferiore

 		MANUALE TECNICO			
REVISIONE N°	Error! Reference source not found.	DEL	Error! Reference source not found.	PAG.	10 DI 18

alla norma i segnali **DRVxFAULT** agiscono solo sulle relative uscite **PWMxL** e **PWMxR**. Il quarto ingresso proviene dal mondo esterno, e genera il blocco delle uscite attive sul rispettivo modulo.

2.9 Controllo delle correnti nei motori

I dispositivi MAX4073 consentono la rilettura di corrente sui motori per la chiusura di eventuali anelli di corrente o a semplice scopo diagnostico. I segnali CURRx in uscita da tali dispositivi sono posti all'ingresso dei canali analogici del microcontroller senza alcun filtraggio hardware; si demanda dunque al software il compito di applicare i filtri più idonei allo specifico utilizzo.

E' in ogni caso opportuno sincronizzare le conversioni alle uscite PWM; a tal scopo consultare le sez. 9.7.1.4 e 14.8.3.2 di **1**.

Le resistenze R3,R4,R7,R8 di 0,1Ω consentono un fondo scala di 1,6 A sul motore; la misura della corrente è dunque data da:

$$I_{mot}[A]=0,48485 V_{curr}[V]$$

Dove:

I_{mot} = corrente nel motore in A



V_{curr} = tensione misurata all'ingresso analogico in V

I driver motore L6205 sono dotati di controllo integrato della corrente, nonché di protezione termica. I relativi pin ENA ed ENB sono contemporaneamente ingressi ed uscite; si costituiscono come ingressi di abilitazione attivi alti (HIGH = ENABLE) e come uscite di segnalazione guasto attivi bassi (LOW = FAULT); per tal motivo sono collegati sia alle porte GPIOD0÷3 del microcontroller, da configurare come uscite di abilitazione (EN1÷4), che agli ingressi di fault dei moduli PWM (FAULTA1÷2, FAULTB1÷2) (cfr. sez 11.7.2 e 11.7.3 di **1**).

Un'intervento di protezione interno del driver viene segnalato da un basso livello sui pin ENA e/o ENB, attivando la segnalazione di fault al microcontrollore; parimenti, il microcontrollore rileggerà sui propri ingressi di FAULT il proprio comando di disattivazione dei driver.

La tabella seguente riassume le principali caratteristiche dell'interfaccia motori.

<i>Simbolo</i>	<i>Parametro</i>	<i>Condizioni</i>	<i>min</i>	<i>tipico</i>	<i>max</i>	<i>U.M.</i>
$t_{D(on)IN}$	Ritardo all'accensione			1,6		μsec
$t_{D(off)IN}$	Ritardo allo spegnimento	ILOAD =2.8A, carico resistivo		600		nsec
t_{dt}	Tempo morto di separazione		0,5	1		μsec
$t_{disable}$	Tempo di disabilitazione in protezione	R=47kΩ C=10nF		200		μsec
t_{delay}	Ritardo di disabilitazione in protezione	C=10nF		1,2		μsec
	Protezione termica	Sul substrato		165		°C

 		MANUALE TECNICO					
REVISIONE N°	Error! Reference source not found.	DEL	Error! Reference source not found.	PAG.	11	DI	18

I _{SOVER}	Sovracorrente di alimentazione per ponte	T _j = -25°C to 125°C	4	5,6	7,1	A
I _{OUT}	Corrente nominale max DC per ponte			2,8		A

2.10 Canali encoder

Sono 4 gruppi di ingressi collegati a 4 encoder corrispondenti. I canali encoder dei motori #1 e #2 sono associati ai due canali encoder hardware disponibili nel microcontrollore; gli altri due canali devono essere implementati via software. Per garantire la massima flessibilità i due canali encoder aggiuntivi sono collegati a più ingressi in parallelo, in modo da consentire la scelta fra diverse soluzioni sw.

In entrambi i casi si raccomanda l'utilizzo dei filtri digitali sugli ingressi.

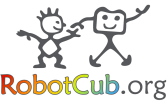

2.10.1 Canali encoder hardware (Quadrature decoder)

Si rimanda ai cap. 10 del rif. 1 per una dettagliata descrizione dell'utilizzo del dispositivo "Quadrature decoder" per la gestione degli encoder incrementali.

2.10.2 Canali encoder aggiuntivi

Per i canali encoder #3 e #4 sono state previste connessioni multiple tali da consentire soluzioni software diverse:



1. Il collegamento dei segnali (EN_x_PHA, EN_x_PHB, EN_x_IDEX, EN_x_HOME) alla porta **GPIOB[0:7]** è pensato per soluzioni a polling diretto, valide per frequenze relativamente basse.
2. I collegamenti dei segnali EN_x_PHA, EN_x_PHB e EN_x_INDEX agli ingressi **TC0, TC1, TD2** (per il canale #3) e **TD0, TD1, TD3** (per il canale #4) consentono conteggi hardware ad interrupt sui fronti dei segnali utilizzando il dispositivo "Quad Timer", per una gestione più sofisticata ed in grado di accettare frequenze più elevate. Si rimanda ai cap. 14 del rif. 1 per una dettagliata descrizione dell'utilizzo del "Quad Timer".
3. Il collegamento del segnale EN3_PHA all'ingresso **IRQA** e del segnale EN4_PHA all'ingresso **IRQB** consente una ulteriore possibilità di conteggio ad interrupt.

 		MANUALE TECNICO		
REVISIONE N°	Error! Reference source not found.	DEL	Error! Reference source not found.	PAG. 12 DI 18

2.11 Segnali di I/O ausiliari

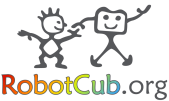

I connettori P8 e P9 rendono disponibili segnali ausiliari utili per il controllo dei motori. Alcuni terminali di questi connettori hanno significati diversi a seconda delle opzioni di montaggio e della programmazione del microcontroller.

Pin	Segnale	Tipo	Connettore P8 (Molex 53261-0890)						
1	5V 3.3V	pwr	Alimentazione a 5Vcc oppure 3.3Vcc						
			R61	R53	Alimentazione				Default
			0Ω	NI	5Vcc				√
			NI	0Ω	3.3Vcc				
			Nota: NI = non installata						
2	~SPIEN1 ANIN1	in/out ain	Abilitazione SPI, I/O generico o ingresso analogico						
			R86	R64	R56	R67	R90	Descrizione	Default
			NI	NI	4.7KΩ	100Ω	6.8KΩ	Segnale GPIOA0	√
			V	3.6KΩ	NI	NI	NI	Ingresso analogico ANA0 con fondoscale 3.3V	
			V	3.6KΩ	NI	NI	6.8KΩ	Ingresso analogico ANA0 con fondoscale 5V	
			Note: NI = non installata, V = valore per inserire un offset sul segnale analogico						
3	MISO GND	in/out pwr	Ingresso SPI MISO, I/O generico o riferimento di massa						
			R70	R57	R71	Descrizione			Default
			0Ω	NI	NI	GND			
			NI	4.7KΩ	100Ω	Segnale MOSI, GPIOE6			√
			Nota: NI = non installata						
4	EXTFAULT1-2	In	Ingresso FAULTA3						
5	SCLK GND	in/out pwr	Uscita SPI SCLK, I/O generico o riferimento di massa						
			R78	R58	R79	Descrizione			Default
			0Ω	NI	NI	GND			
			NI	4.7KΩ	100Ω	Segnale SCLK, GPIOE4			√
			Nota: NI = non installata						



 		MANUALE TECNICO		
REVISIONE N°	Error! Reference source not found.	DEL	Error! Reference source not found.	PAG. 13 DI 18

Pin	Segnale	Tipo	Connettore P8 (Molex 53261-0890)							
6	MOSI 5V 3.3V	in/out pwr	Uscita SPI MOSI, I/O generico o alimentazione a 5Vcc o 3.3Vcc							
			R85	R82	R88	Descrizione			Default	
			NI	0Ω	NI	3.3Vcc				
			0Ω	NI	NI	5Vcc				
			NI	4.7KΩ	100Ω	Segnale MOSI, GPIOE5			√	
Nota: NI = non installata										
7	~SPIEN2 ANIN2	in/out ain	Abilitazione SPI, I/O generico o ingresso analogico							
			R125	R89	R59	R92	R129	Descrizione		Default
			NI	NI	4.7KΩ	100Ω	6.8KΩ	Segnale GPIOA1		√
			V	3.6KΩ	NI	NI	NI	Ingresso analogico ANA4 con fondoscala 3.3V		
			V	3.6KΩ	NI	NI	6.8KΩ	Ingresso analogico ANA4 con fondoscala 5V		
Note: NI = non installata, V = valore per inserire un offset sul segnale analogico										
8	GND	pwr	Riferimento di massa dei segnali e dell'alimentazione							

Pin	Segnale	Tipo	Connettore P9 (Molex 53261-0890)			
1	5V 3.3V	pwr	Alimentazione a 5Vcc oppure 3.3Vcc			
			R103	R97	Alimentazione	Default
			0Ω	NI	5Vcc	√
			NI	0Ω	3.3Vcc	
			Nota: NI = non installata			

 		MANUALE TECNICO		
REVISIONE N°	Error! Reference source not found.	DEL	Error! Reference source not found.	PAG. 14 DI 18

Pin	Segnale	Tipo	Connettore P9 (Molex 53261-0890)										
2	~SPIEN3 ANIN3	in/out ain	Abilitazione SPI, I/O generico o ingresso analogico										
			R125	R106	R98	R109	R91	Descrizione	Default				
			NI	NI	4.7KΩ	100Ω	6.8KΩ	Segnale GPIOA2					
			V	3.6KΩ	NI	NI	NI	Ingresso analogico ANB0 con fondoscala 3.3V					
			V	3.6KΩ	NI	NI	6.8KΩ	Ingresso analogico ANB0 con fondoscala 5V	√				
Nota: NI = non installata, V = valore per inserire un offset sul segnale analogico													
3	MISO GND	in/out pwr	Ingresso SPI MISO, I/O generico o riferimento di massa										
			R112	R99	R115	Descrizione			Default				
			0Ω	NI	NI	GND			√				
			NI	4.7KΩ	100Ω	Segnale MOSI, GPIOE6							
Nota: NI = non installata													
4	EXTFAULT3-4	In	Ingresso FAULTB3										
5	SCLK GND	in/out pwr	Uscita SPI SCLK, I/O generico o riferimento di massa										
			R120	R100	R123	Descrizione			Default				
			0Ω	NI	NI	GND			√				
			NI	4.7KΩ	100Ω	Segnale SCLK, GPIOE4							
Nota: NI = non installata													
6	MOSI 5V 3.3V	in/out pwr	Uscita SPI MOSI, I/O generico o alimentazione a 5Vcc o 3.3Vcc										
			R127	R124	R128	Descrizione			Default				
			NI	0Ω	NI	3.3Vcc							
			0Ω	NI	NI	5Vcc			√				
							NI	4.7KΩ	100Ω	Segnale MOSI, GPIOE5			
Nota: NI = non installata													

 		MANUALE TECNICO		
REVISIONE N°	Error! Reference source not found.	DEL	Error! Reference source not found.	PAG. 15 DI 18

Pin	Segnale	Tipo	Connettore P9 (Molex 53261-0890)						
7	~SPIEN4 ANIN4	in/out ain	Abilitazione SPI, I/O generico o ingresso analogico						
			R126	R131	R101	R132	R130	Descrizione	Default
			NI	NI	4.7KΩ	100Ω	6.8KΩ	Segnale GPIOA3	
			V	3.6KΩ	NI	NI	NI	Ingresso analogico ANB4 con fondoscala 3.3V	
			V	3.6KΩ	NI	NI	6.8KΩ	Ingresso analogico ANB4 con fondoscala 5V	√
Note: NI = non installata, V = valore per inserire un offset sul segnale analogico									
8	GND	pwr	Riferimento di massa dei segnali e dell'alimentazione						

Si noti che le funzioni di controllo del bus SPI sono comuni ai due connettori, perciò non è possibile usare i segnali MISO, MOSI e SCLK come SPI su un connettore e come I/O generici sull'altro.

La configurazione di default è predisposta per gestire i seguenti dispositivi di I/O:



- Connettore P8: un sensore magnetico AMI collegato su SPI #1e un sensore di temperatura (DS1820) su ingresso generico SPIEN2
- Connettore P9: due sensori di HALL su canali analogici #3 e #4

2.12 LED diagnostici

La scheda MC4-001 prevede alcune segnalazioni luminose a diodi LED a scopo diagnostico e per agevolare le operazioni di debug del software. Sui segnali di comando dei led gestiti via software sono presenti test point per uso diagnostico

LED	Colore	Funzione
DL1	Giallo	Comandato dai segnali GPIOA4 e GPIOA5, è utilizzabile dal software (pad TP9).
DL2	Blu	Comandato dai segnali GPIOA6 e GPIOA7, è utilizzabile dal software (pad TP10).
DL3	Verde	Presenza alimentazione +12Vcc proveniente da MCP-001
DL4	Rosso	Presenza alimentazione +5Vcc proveniente da MCP-001
DL5	Arancione	Presenza alimentazione +3.3Vcc proveniente da MCP-001

I segnali sono collegati alle porte GPIOA[4:5] e GPIOA[6:7] per aumentare la corrente ai led DL1 e DL2. Il programmatore dovrà avere l'accortezza di **comandare sempre contemporaneamente le uscite**; la doppia resistenza consente comunque di evitare corto circuiti tra le medesime.

 		MANUALE TECNICO			
REVISIONE N°	Error! Reference source not found.	DEL	Error! Reference source not found.	PAG.	16 DI 18

Si noti che i LED connessi alle alimentazioni ne indicano soltanto la presenza, ma non implicano che la tensione corrispondente sia effettivamente nella tolleranza ammessa.

2.13 Misura delle tensioni di alimentazione

La scheda MC4-001 prevede la possibilità di misurare le alimentazioni +12V e +5V in rapporto alla tensione di riferimento a 3.3V. Tale misura viene fatta su due canali del convertitore A/D del microcontroller:

<i>Segnale</i>	<i>Canale</i>	<i>Fattore di attenuazione</i>	<i>Misura</i>
FB12V	ANA6	0.2115	Alimentazione a 12V in rapporto alla 3.3V
FB5V	ANA7	0.5000	Alimentazione a 5V in rapporto alla 3.3V

2.14 Risorse non utilizzate

Nell'implementazione della scheda MC4-001 alcune risorse del microcontroller non sono state utilizzate. E' compito del programmatore mettere queste risorse non utilizzate in una condizione tale da non creare interferenze col funzionamento normale. In particolare si raccomanda:



- ❑ Attivare i pull-up dei segnali A0..5, D0..15, ~PS, ~DS, ~WR e ~RD per evitare un consumo eccessivo di corrente dovuto alla fluttuazione degli ingressi in alta impedenza (vedi registro SYS_CNTL nel par. 16.7.1 del rif. 1).
- ❑ Attivare i pull-up (o programmare in output) gli I/O generici non usati: GPIOD4..5.
- ❑ Programmare sempre la direzione e la polarità corrette degli I/O previsti nello schema anche per le risorse non (ancora) utilizzate dal software.

2.15 Consumi

<i>Simbolo</i>	<i>Parametro</i>	<i>Condizioni</i>	<i>min</i>	<i>tipico</i>	<i>max</i>	<i>U.M.</i>
I _{CC3.3V}	Assorbimento 3,3V	T _{amb} = 30°C; tutti i LED attivi; nessun sensore alimentato		240		mA
I _{CC5V0}	Assorbimento 3,3V	T _{amb} = 30°C; tutti i LED attivi; nessun sensore alimentato		tbd		mA
I _{CC12V0}	Assorbimento 12V	T _{amb} = 30°C; tutti i LED attivi; nessun motore alimentato		tbd		mA

3 Scheda MCP-001

La scheda MCP-001 ha la funzione di alimentare fino a 4 schede MC4-001 contemporaneamente. La scheda è alimentata attraverso il connettore a morsetti J1

 		MANUALE TECNICO		
REVISIONE N°	Error! Reference source not found.	DEL	Error! Reference source not found.	PAG. 17 DI 18

<i>Pin</i>	<i>Segnale</i>	<i>Tipo</i>	<i>Connettore J1 (MTB0200T)</i>
1	+12V	pwr	Alimentazione a 12V
2	GND	pwr	Ritorno alimentazione

La scheda fornisce le alimentazioni alle 4 schede MC4-001 attraverso i connettori P1, P2, P3 e P4.

<i>Pin</i>	<i>Segnale</i>	<i>Tipo</i>	<i>Connettori P1, P2, P3 e P4 (Molex 53261-0890)</i>
1	+12V	pwr	Alimentazione 12V
2	+12V	pwr	Alimentazione 12V
3	+12V	pwr	Alimentazione 12V
4	GND	Pwr	Riferimento di massa
5	GND	Pwr	Riferimento di massa
6	GND	Pwr	Riferimento di massa
7	+5V	pwr	Alimentazione 5V
8	VCC	pwr	Alimentazione 3.3V



3.1 LED diagnostici

<i>LED</i>	<i>Colore</i>	<i>Funzione</i>
DL1	Rosso	Presenza alimentazione +5Vcc generata da U1 a partire dalla +12V
DL2	Arancione	Presenza alimentazione +3.3Vcc generata da U2 a partire dalla +12V

Si noti che i LED connessi alle alimentazioni ne indicano soltanto la presenza, ma non implicano che la tensione corrispondente sia effettivamente nella tolleranza ammessa.

3.2 Caratteristiche

<i>Gruppo</i>	<i>Variabile</i>	<i>Condizioni</i>	<i>valore</i>	<i>U.M.</i>	<i>note</i>
3,3V	Tensione di uscita nom.	$I_{out} = 1,16 \text{ A}$	3.46	V	
	Tensione di uscita nom.	$I_{out} = 1,87 \text{ A}; T_{pkg} = 96^{\circ}\text{C}$	3.40	V	
	Crosstalk risposta allo scalino (ΔV) di picco	$I_{out5V} = 0 \rightarrow 1 \text{ A}$	60	mV	
	Crosstalk risposta allo scalino (ΔV) a regime	$I_{out5V} = 0 \rightarrow 1 \text{ A}$	23	mV	
	Gradiente di temperatura sul package (ΔT)	$I_{out} = 1 \text{ A}; T_{amb} = 30^{\circ}\text{C}$	21	$^{\circ}\text{C}$	

 		MANUALE TECNICO			
REVISIONE N°	Error! Reference source not found.	DEL	Error! Reference source not found.	PAG.	18
				DI	18

	Gradiente di temperatura sul package (ΔT)	$I_{out} = 1,87 \text{ A}; T_{amb}=30^{\circ}\text{C}$	66	$^{\circ}\text{C}$	
5V	Tensione di uscita nom.	$I_{out} = 1 \text{ A}$	5.01	V	
	Tensione di uscita nom.	$I_{out} = 1,71 \text{ A}; T_{pkg} = 105^{\circ}\text{C}$	4,62	V	
	Crosstalk risposta allo scalino (ΔV) di picco	$I_{out3,3V} = 0 \rightarrow 1,16 \text{ A}$	80	mV	
	Crosstalk risposta allo scalino (ΔV) a regime	$I_{out3,3V} = 0 \rightarrow 1,16 \text{ A}$	30	mV	
	Gradiente di temperatura sul package (ΔT)	$I_{out} = 1 \text{ A}; T_{amb}=30^{\circ}\text{C}$	--	$^{\circ}\text{C}$	
	Gradiente di temperatura sul package (ΔT)	$I_{out} = 1,87 \text{ A}; T_{amb}=30^{\circ}\text{C}$	94	$^{\circ}\text{C}$	

4 Riferimenti bibliografici

Si raccomanda la consultazione dei seguenti riferimenti bibliografici:

1. **"DSP56F801/803/805/807 16-Bit Digital Signal Processor User's Manual"**, Motorola/Freescale doc. n. DSP56F801-7UM/D Rev. 3.0.
2. **"DSP56F80x Rev. 3.0 Addendum"**, Motorola/Freescale doc. n. DSP56F801-7UMAD/D Rev. 7.0, 1/29/2003.
3. **"Preliminary Technical Data - DSP56F807 16-bit Digital Signal Processor"**, Motorola/Freescale doc. n. DSP56F807/D Rev. 7.0, 1/2002.
4. **"Chip Errata - DSP56F807 16-bit Signal Processor"**, Motorola/Freescale doc. n. DSP56F807E/D Rev. 9.0, 1/2003.
5. **"M95160, M95080 16/8 Kbit Serial SPI Bus EEPROM With High Speed Clock"**, Rev. 1.1, STMicroelectronics.
6. **"LM2591HV SIMPLE SWITCHER® Power Converter 150 kHz 1A Step-Down Voltage Regulator"**, DS101293 August 2001, National Semiconductor.